

序章 研究の背景

若 松 茂

はじめに

この研究は、放送教育開発センターが、国際電信電話㈱ならびに国際ビデオコム㈱との共同研究として昭和63年度に実施したものである。

(昭和63年8月8日付文部省学術国際局助成課第133号)―添付資料を参照―

研究の内容は、いわゆる「テレビ会議」の遠隔教育への利用にかゝわるもので、その背景は次の3つの観点に分けて考えることができよう。

- (1) 教育工学的観点 ― 双方向学習指導
- (2) 技術的観点 ― テレコンファレンス, ISDN (サービス統合ディジタル網)
- (3) 経済的観点 ― コストパフォーマンス

教育工学的観点

近年高齢化社会への移行にともない、経済的ゆとりを持ち生きがいを求める生涯教育へのニーズが一層高まりを見せている。また高度技術や情報社会に適合をはかるための継続教育、職業教育はとくに盛んである。これら新しい教育市場の学生層は、学習の場所や時間に制約を受けている成人であり、職業を持つ第一線の社会人であり、また家庭婦人であって、伝統的の大学や高等教育機関の学生と質的に異なっている。

いわゆる遠隔教育は、このような教育市場に対応できるものとして確立がはかられている。即ち、主要な教材を、映像や音声あるいは活字などの媒体によって、遠隔地の学習者に届け、場所や時間の制約から開放された弾力的な個別的な学習を可能にする。この場合に大切なことは、双方向の学習指導である。このため遠隔教育の実践においては、スクーリングあるいはチュートリアルとも呼ばれる面接授業や学習指導が導入されており、学習効果を高めると同時に、教師と学生、あるいは学生同志の人間的触れあいによって、自学自習の学習者の疎外感を和らげ、学習継続の刺激を与えるのに役立っている(図1)。

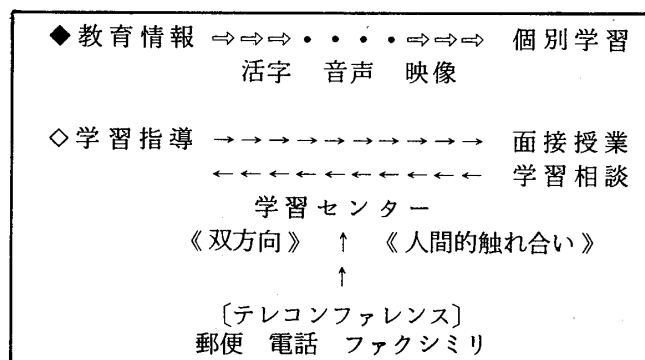


図1 遠隔教育の実践

このようなスクーリングは、毎日ではないにしても定期的に特定の場所（学習センター）で行われるのが常である。

表 1 に代表的な独立遠隔高等教育機関を設立年次順に列挙し、その現況を示した。イギリスの公開大学では、全国 253ヶ所に広がる学習センターによって徹底したチュートリアルが実施されていることはよく知られている。

表 1 遠隔高等教育機関の現況

名 称	開 学	学生数 (千人)	内 容 (コース)			主教材	学 習 センター数
			生涯教育	継続教育	学 部		
公 開 大 学 (イギリス)	1971	90	○	○	◎	P	253
国立遠隔教育大学 (スペイン)	1972	46	○	○	◎	P	55
遠 隔 大 学 (西ドイツ)	1974	25		○	◎	P	39
コーストライン短大 (アメリカ)	1976	20	○	○	○	PT	160
アサバスカ大学 (カナダ)	1978	9	○	◎	○	P	40
公開学習大学 (カナダ)	1978	16	○	◎	○	P	4
中央広播電視大学 (中 国)	1979	>1000		○	◎	TR	30000*
スタコイ・タマティート 公開大学(タイ)	1981	440			◎	P	84
韓国放送通信大学 (韓 国)	1982	150			◎	P	34
オランダ公開大学 (オランダ)	1984	18		○	◎	P	18
ナショナル工科大学 (アメリカ)	1984	3		◎		T	60**
放送大学(日本)	1985	21	○		◎	TRP	6

P:印刷教材 T:テレビ R:ラジオ *:草の根クラス **:企業の受信教室
○:該 当 ◎:主に該当

国土が広大で移動が難かしい北アメリカやカナダでは、とくに電話や電話会議システムによる学習指導が活発である。たとえば、カナダのアサバスカ大学では、学習相談はもっぱら電話により行われ、面接では実施されない。電話会議システムについても独自に開発したものを持ち、幾つかの学習センター間を結んでいる。公開学習大学(カナダ)においても事情は同様である。多くの学生が学習センターに出かけるのに、最低でも 100 マイルの旅行が必要であるが、それは可能性を越えるものであり、結果として対面授業の要求が満たされていない。学習センターに出席せずに、どのようにして教育目標を達成するかが大きな課題であるところの大学では考えられている(Uegama 1986)。

わが国の放送大学においては、関東地域 6ヶ所に学習センターを、諏訪と甲府に地区学習センター

を設置し、定期的に面接授業や学習相談あるいは単位認定試験などの学事を実施するとともに、放送番組の再視聴のための視聴学習室や図書室も整備されている。

所属学生数や居住地域の広がりを見ると、放送大学の学習センターも、その数や設置場所の上で、決して十分とはいえないが、双方向の触れ合いの場として、学生達には比較的よく利用されている（若松ら 1986）。

今日、放送大学にとって解決が必要な重要な課題の一つに、地域拡大と将来の全国化に向けての面接授業と学習指導の取り扱いが上げられている。全国的規模での旧来型の学習センターの拠点の確保や、面接授業講師の適任者を得ることはきわめて困難と予想されるからである。

さて、以上の状況を考えるとき、旧来型の学習センターや面接授業に代わり得る新しい技術による、新しい双方向の学習指導システムを確立することは、遠隔高等教育機関にとっての急務であるだけでなく、今日社会の大きな流れになって来ている生涯教育や継続教育のニーズに対応して、遠隔教育を実際に発展させていく上で、その意義はきわめて大きいといわなければならない。

技術的観点

A テレコンファレンス

前節で述べた観点から、各国の遠隔高等教育機関で活発に研究開発が行われている一つの新しい技術は、電子的な手段によって通信する会議システム——いわゆる「テレコンファレンス」——を基盤とするものである。音声だけによる電話会議から、完全動画のいわゆるテレビ会議まで、「テレコンファレンス」は機能別に幾つかの形態に分けられる（図2）。

テレコンファレンス	機 能
I 電話会議システム	音声
II 描 画 "	音声 グラフィック機能
III 静止画像 "	音声 グラフィック機能 出席者静止画像
IV 動画像 " (テレビ会議)	音声 グラフィック機能 動画

図2 テレコンファレンスの形態¹⁾

注1) 三菱総合研究所編著（昭和61年）「ハイテク情報事典」講談者、東京

公開大学（イギリス）においては、少ない学生が広い地域に分散し、面接指導が困難なコースでは、補習や学習相談のために、電話会議によるチュートリアルを実施しているが、同大学の教育工学研究所のMcConnellら（1983）によって、CYCLOPSと呼ばれる、描画通信システムが開発され、記述や描画による双方向の伝達が技術的に可能になった。イギリステレコムとの協力を得て、1981年から1982年にかけて実施した東ミッドランズ地域でのCYCLOPSチュートリアルのフィールド・トライアルにも成功し、チューターと学生にとって受入れ可能なことが示されたが、主として公開大学が当

面している財政的な困難のために、まだ大学としてこのシステムを広く受け入れるには至っていないといわれている (Haynes 1986)。

アメリカでは、双方向通信の技術開発が近年活発である。音声とグラフィック機能 (電子黒板) による遠隔教育は、大学のエクステンション教育を中心に実用化の段階に入っている。たとえば AT&T は、販売員の教育に全米 130 以上の地点を包含するテレトレーニング・ネットワーク (NTN) を持っている (Chute ら 1985)。また、アメリカ陸軍兵站部においても、1981 年から要員の通信教育に電子黒板を導入したが、その目的は教師と学生との相互の触れ合いにあったと報告されている。(Par-tin ら 1985)。アメリカでは昨今これらの電子黒板に加えて、スロースキャン技術や静止画 (Freeze-frame) を併用するシステムの開発が盛んである (Medlyn ら 1985)。

わが国では (社) 日本能率協会が、企業の人材育成を目的としたテレラーニングシステムを開発し、1986 年 6 月から実験的にサービスを開始した。これは音声と描画を電話 1 回線でそれぞれの職場へ送るものであるが、受講者数は年々拡大している (世木 1988)。

静止画像会議システムは、音声とグラフィック機能に加えて、出席者の静止画像や提示資料などの静止画の送達を可能としたシステムであり、通常の電話回線を利用することができる。このシステムを利用して、放送教育開発センターでは昭和 61 年から 3 年間にわたり、放送大学、熊本県と共同で実験授業を行った (若松ら 1988)。受講者から全体として肯定的な評価を得たが、問題点として音声などのシステムや教材の呈示などの教授法の改善とともに、遠隔地講師への違和感の低減に、やはり動画が必要であるという意見が多く出された。

動画像会議システムは、テレビ会議システムあるいはビデオコンファレンスなどと呼ばれている。ビデオコンファレンスにおける映像信号の伝達にはアナログ方式と帯域圧縮デジタル方式が知られている。アメリカでは、1970 年頃からスタンフォード大学など幾つかの大学で、マイクロ波を使って大学の授業をそのまま多地点の遠隔地へ伝送するテレビ授業が実用化されている。これらは通常単方向動画、双方向オーディオのシステムである (若松ら 1989)。これに対して、東京工業大学では 1982 に、大岡山キャンパスと長津田キャンパスを光ファイバーで結ぶテレビ講義システムを開発した (清水ら 1984)。これは双方向動画の教育利用の貴重な事例である。またわが国の最近の例として、信州大学の本部 (松本市) と工学部 (長野市) 間にマイクロ波による大容量デジタル回線が開通し、1988 年から双方向動画および音声によるテレビ講義が開始された (近藤 1988)。動画像会議システムは、技術的な制約から通常は 1 地点対 1 地点の形態をとるため、1 地点対多地点の教育目的での利用は難しいが、通信衛星のトランスポンダを活用して、1 地点のパフォーマンスを多地点に伝送する放送の形態をとる「ビジネステレビジョン」は、教育にも活発に利用されはじめている。この報告のはじめに紹介したナショナル工科大学 (NTU) は、ビジネステレビジョンの教育利用の例である。この場合動画像は単方向であり、双方向は電話回線を用いる音声に依存している。

わが国では日本電気 (株) が、衛星通信を利用した動画像双方向の遠隔教育システムを構築し、川崎と福岡の 2 地点を結んで 1987 年から運用をはじめた (白鳥ら 1988)。現在は数地点をネットワークしているが、動画像双方向は特定の 2 地点間に限られるようであり、いずれにしても双方とも動

画像のいわゆるテレビ会議の形態は、コスト面から主としてビジネス利用の範囲にとどまり、教育への利用はまだ一般的ではない。

B ISDN

高度情報社会の基盤構造として、世界的な脚光を浴びている ISDN (Integrated Services Digital Network, サービス統合デジタル網) の概念は、1970年代初めに生まれたが、国際的には CCITT (国際電信電話諮問委員会) を中心に標準化が進み、国内では1988年4月から NTT の INS ネット 64 のサービスが開始された。

ISDNは、従来のアナログ網をデジタル化することによってひとつの加入者回線から、電話、ファクシミリ電信、データ端末など多彩な通信機器を用いて通信ができるネットワークで、その目的は用途別に構築された現在の通信網をひとつに統合することにある。

CCITT の勧告による基本的な考え方は次のようである。

- (1) 音声ならびに非音声の広範囲なサービスを同一ネットワークで提供すること。
- (2) 実際的な新サービスに関しては64 Kb/s の回線交換接続系に適合できること。
- (3) 現用の電話は、音声信号として 3000～3400Hz の帯域を使用しているため、デジタル化するためにはサンプリング周波数として 8 KHz , 符号化は 8bit で行うのが標準である。そのため情報量は $8 \text{ KHz} \times 8 \text{ bit} = 64 \text{ Kbit/s}$ となる。

さて、ISDN に接続するための国際的に標準化されたインタフェースは「I インタフェース」で、これはその回線容量によって 2 系列に分けられている。

- (1) 基本インタフェース：通信速度 64 Kbit/s の B チャンネルと 16 Kbit/s の D チャンネル 1 本を合わせた『2B+D』。合計 144 Kbit/s
- (2) 1 次群画像インタフェース：64 Kbit/s B チャンネル 23 本と D チャンネルを 1 本合わせた『23B+D』。合計 1488 Kbit/s

(1) の基本インタフェースによる ISDN サービスが日本 NTT の INS ネット 64 をはじめとして、欧米各国で始められようとしている。

基本インタフェースは、回線終端装置を付加すれば電話回線をそのまま使える点に特徴があり、このため INS ネット 64 の通信料金は現在の電話料金と全く同じであり、きわめて経済性にすぐれている。

C インバイト 64

近年、デジタル信号処理による画像符号化技術、符号圧縮技術および半導体デバイス技術などの研究が大きく進展し、テレビ信号等の情報を圧縮して超低速度でデジタル伝送することが可能となった。とくに ISDN の基本伝送速度である 64 Kbit/s 以下での低ビットレート動画像通信技術は、テレビ電話の実用化を可能にするものであり、活発に研究開発が行われている。

1986 年 2 月国際電信電話研究所において、64 Kbit/s のデジタル回線 1 回線だけで、画像と音声を併せて伝送できる統合ビデオ通信システム、INVI TE64 (64 Kbps Integrated Visual Telecommunication System) の開発に成功した (山口ら 1988)。これは当時世界に未だ例を見ないもので、同年 5 月には、西独ミュンヘンで開催された第 7 回デジタル衛星通信国際会議において、イン

テルサット衛星を経由して東京と結び、テレビ電話サービスのデモンストレーションに成功した。

その後改良を重ねて装置も小型化し、1987年1月には東京の外務省と米国ワシントンの日本大使官、同年4月には東京の郵政省と西独ボンの郵政省を結んだ通話などのトライアルにおいて、参加者から、音声、画像の品質についてともに高い評価を受けた。

INVI TE64は、カラー動画像と音声だけでなく、静止画、ファクシミリ、データ等の情報についても、圧縮技術により64Kb/sの低速度で伝送可能であり、テレビ電話のほか小規模なテレビ会議が可能なシステムである。このような動画像と音声による双方向性に加えてその多彩なコミュニケーション機能は教育利用にとって注目したい特性である。もちろんこのシステムは64Kb/sというISDNの基本インターフェースに適合できる点において、本研究の目的に沿うものであり、その遠隔教育への利用について研究開発を行うことにした。

経済的観点

すでに述べたように、NTTのINSネット64は、ISDNの基本インタフェースに適合するもので、現在の電話回線をそのまま使用できる点に特徴がある。回線を新たに架設する必要がない上に、通信料金は現在の電話料金と全く同じに設定されている。

INSネット64は昭和63年4月から開始されたが、サービス区域は、63年度末の28都市から平成元年度末には155都市へ拡大が予定されている。先方がINSネット加入していればどこでも通信が可能である。なおISDNのもう1つの系列である「1次群インタフェース」は、INSネット1500として平成元年度から利用できるようになる。容量が大きくなり機能は充実するが、しかしこれには光ファイバーによる加入者回線の架設が新たに必要であり、通信料もINSネット64に比べて相当の高額となることは否定できない。

さらにINSネット64の費用効果を明らかにする目的で、NTT関東総支社の協力を得て、事例研究として放送大学の千葉学習センターを基点として、群馬学習センター、甲府、ならびに諏訪各地区学習センターを結ぶ場合の他、北海道、東北、大阪、広島、熊本および徳島各大学を結ぶINSネット64と、専用回線の高速デジタル伝送サービス（スーパーデジタル、SD）の回線料金を試算し比較した（表2、平成元年2月現在）。

表2 INS ネット64とSD回線料金比較

【前提条件】

- (1) 1日の通信時間は3時間で、1ヶ月(25日稼働)75時間とする。
- (2) INS ネット64の通信料は、午前8時～午後7時の昼間の料金で算出した。
- (3) 料金及び距離は全て千葉学習センターを起点として算出した。
- (4) INS ネット64の通信料については両端の基本料金が、SD回線の月額回線専用料には両端のDSU(回線終端装置)使用料が含まれる。
- (5) 通信料及び月額回線専用料には、宅内に設置される端末機器の料金は含まれていない。

(単位：万円)

通 信 先	距離 (km)	INS ネット64			SD回線(品目及び月額回線使用料)						
		10円で通信 できる秒数 (1Bの場合)	1ヶ月の通信料		64kb/s	192 kb/s	384 kb/s	768 kb/s	1.5Mb/s	3Mb/s	6Mb/s
			64kb/s (1B)	128kb/s (2B)							
群馬学習センター	127	10.5	26.8	52.5	61.8	93.7	120.2	165.2	255.2	400.6	625.6
甲 府 "	140	10.5	26.8	52.5	61.8	93.7	120.2	165.2	255.2	400.6	625.6
諏 訪 "	186	7.0	39.7	78.2	61.8	93.7	120.2	165.2	255.2	400.6	625.6
北海道大学	832	5.5	50.2	99.3	127.8	195.2	255.2	345.2	540.2	845.6	1305.6
東 北 "	301	7.0	39.7	78.2	76.8	115.2	150.2	205.2	320.2	505.6	795.6
大 阪 "	436	5.5	50.2	99.3	94.3	140.2	180.2	250.2	390.2	610.6	965.6
広 島 "	717	5.5	50.2	99.3	112.8	165.2	215.2	300.2	470.2	735.6	1155.6
熊 本 "	934	5.5	50.2	99.3	127.8	195.2	255.2	345.2	540.2	845.6	1305.6
徳 島 "	542	5.5	50.2	99.3	112.8	165.2	215.2	300.2	470.2	735.6	1155.6

(NTT関東総支社による)

表2から導かれるINS64(64Kb/s)による面接授業1回(通信時間3時間)あたりの回線料金は、近距離の群馬学習センターや甲府地区学習センターで約1万円、北海道大学や熊本大学などの遠距離においても約2万円である。

面接講師が大学本部から出向く場合と比較して、交通費、宿泊費などの費用節減の効果はもちろん、当該講師が拘束を受ける旅行時間等を考慮すると、全体として、大変大きな効果が期待できる。

専用回線の場合には、例えば1.5Mb/sにおいて、月額255万円(群馬、甲府、諏訪等)から540万円(北海道大学、熊本大学等)である。これらの月額は月間の通信時間には無関係であり、要求される情報の質的な評価を別とすれば、使用頻度が少ないと著しくコスト高になる。

研究の経過

放送教育開発センターと国際電信電話㈱ならびに国際ビデオコム㈱関係者のはじめての会合が昭和62年10月27日に開催され、INSネット64に向けたINVITE 64の遠隔教育への利用について、3機関が協力して予備的な調査研究を進めることが合意された。

昭和63年2月にはINVITEシステム2セットが放送教育開発センター内の離れた2つの研究室に仮設され、基礎的な調査研究ができるようになった。一方放送大学でも昭和63年4月にテレビスクーリング委員会が発足していたが、5月に両者のはじめての合同研究会を開催し、INVITEシステムによる模擬授業を行った。

模擬授業はその後6、7月にも放送大学の教員を講師として実施された。このような模擬授業の結果をふまえて、9月にINVITEシステムを放送大学千葉学習センターに移設して、放送大学の学生にも一部参加を求めて、放送大学教員による実験授業を行った。

さらに同年12月には、INVITEシステムを放送大学埼玉学習センターと東京第2学習センターに仮設して、NTTのINSネット64を実際に使用し、放送大学教員による放送大学学生に対する特別講義の形での実験授業が、実際に即して行われた。

以上の経過を経時的に表3に示す。

年 月 日	内 容
昭和62年 10月 27日	予備研究の合意
11月 10日	研究の分担、担当者の確認
11月 18日	研究計画の討議
12月 9日	研究計画の実施案策定
昭和63年 1月 13日	国際ビデオコム㈱視察
2月 5日	国際ビデオコム㈱佐藤社長講演 「国際ビデオコンファレンスの動向」
2月 15日	INVITE 64を放送教育開発センターに仮設
2月 29日	INVITE 64試運転のまとめ
3月 30日	東工大 清水康敬教授講演会 「東京工業大学における遠隔授業の状況」

年 月 日	内 容
昭和63年 4月19日	INVITE64仮設場所の変更 63年度研究計画立案
" 5月12日	放送大学テレビ・スクーリング委員会と合同研究会 伊藤秀子助教授, 姫野 忠 KDD調査役による模擬講義
" 5月13日	INVITE 64操作マニュアル作成打合わせ 放送大学千葉 SC 視察
" 5月23日	INVITE64操作マニュアル作成
" 6月 2日	放送大学テレビスクーリング委員会と合同研究会 放送大学小川鑛一, 清登典子各助教授による模擬講義
" 6月16日	INVITE64仮設室(講師室)の改造
" 7月 7日	放送大学テレビスクーリング委員会と合同研究会 放送大学平賀正子, 東 千秋各助教授による模擬講義
" 7月14日	予備研究中間報告まとめ
" 8月 9日	共同研究の実施計画, 放送大学小林靖雄副学長出席 千葉学習センターでの実験計画
" 8月30日	千葉 SC 内 INVITE 64仮設計画
" 9月16日	機器手配, 作業日程の確認
" 9月22日	リハーサルの計画, INVITE 64試運転
" 9月26日	頭上カメラ設置工事, リハーサル
" 9月28日	放送大学テレビスクーリング委員会との合同研究会 千葉 SC での実験授業 放送大学 { 小林靖雄副学長 中 埜 肇 教 授 奈須紀幸 "
" 10月 2日	千葉 SC での実験のまとめ 次回実験の計画
" 11月 9日	埼玉 SC 視察, 諸準備
" 11月10日	放送大学テレビスクーリング委員会との合同研究会 千葉 SC 実験の報告 次回実験実施案策定
" 11月25日	埼玉, 東二 SC への INVITE 64仮設の計画
" 12月 6日	リハーサル, 埼玉 SC と東二 SC を結ぶ機器整備確認
" 12月 8日	放送大学テレビスクーリング委員会との合同研究会 埼玉と東二各 SC を結ぶ実験授業 放送大学 清登典子助教授, 宮崎基嘉教授, 奈須紀幸教授
" 12月16日	上記実験授業のアンケート調査結果報告
" 12月21日	放送大学テレビスクーリング委員会との合同研究会 埼玉 SC と東二 SC を結ぶ実験授業の評価
平成元年 1月10日	共同研究報告書作成の方針
" 2月10日	上記分担と日程の確認
" 3月14日	共同研究最終研究会 総括的討議

参考文献

- Uegama, W. (1986)第1回大学放送教育研究シンポジウムで講演 1986年11月 (放送教育開発センター)
- 若松 茂, 田代和久 (1986)“放送大学学習センターの現状と課題～学習相談を中心として”*MME* 研究ノート No. 37, pp 54～76 (1986)
- McConnell, D. & Sharples, M. (1983) “Distance Teaching by CYCLOPS” *British Journal of Educational Technology* No. 2, Vol. 14, pp 109～126 (1983)
- Haynes, L. J. (1986)放送教育開発センターで講演 1986年4月
- Chute, A. G. & Bruning, K. K (1985) “AT&T Communications National Teletraining Network: Applications, Benefits and Costs” *Teleconferencing and Electronic Communications* IV compiled by Parker, L. A. & Olgren, C. H. (1985) pp 101～106
- Partin, G. R. & Atkins, E. L. (1985) “Interactive Teaching Through Electronic Media” *ibid.* pp 124～127
- Medlyn, D. A. & Sleight, W. & Tueller, R. L. (1985) “A New Approach: The Merging of the Electronic Writing Board and Slow Scan Technologies for Classroom Instruction” *Teleconferencing and Electronic Communications* IV compiled by Parker, L. A. & Olgren, C. H. (1985) pp 107～111
- 世木 茂 (1988)“電話回線を利用した企業内教育”——対話式企業間ネットワーク・テレラーニングスクール—— 第7回能力開発総合大会, '88, CAIと遠隔教育大会 (昭和63年1月28日)
- 若松 茂ら (1988) “電話会議システムと描画ならびにスロースキャン技術を用いる遠隔授業について” 信学技報 Vol. 88, No. 115 pp 7～12 (1988)
- 若松 茂, 宮代彰一 (1989)“TVスクーリングの教育利用に関する訪米調査報告” 放送教育開発センター ワーキングペーパー第4号 印刷中
- 清水康敬, 末武国弘 (1984)“大学における遠隔講義の試み” 日本教育工学雑誌 Vol. 8, No. 3, pp 21～27 (1984)
- 近藤昭治 (1988)“信州大学画像情報ネットワークシステムにおける遠隔教育利用について” 信学技報 Vol. 88, No. 115 pp 13～16 (1988)
- 白鳥強勝ら (1988) “衛星通信を利用した双方向映像による遠隔教育システム” 信学技報 Vol. 88, No. 115 pp 21～26 (1988)
- 山口博久ら (1988) “INVITE 64システム” 国際通信の研究 No. 135 pp 26～35 (1988)